

Artículo original

MEII: Sistema interactivo para promover la construcción expresiva musical en niños de 4 a 8 años

*MEII: Interactive system to promote the musical construction by expressions with 4 to 8 years old kids***Juan Carlos Pérez***Estudiante - Diseño de medios interactivos
Universidad Icesi. Cali (Colombia)
yelmo159@gmail.com***Julio Jaramillo***Estudiante - Diseño de medios interactivos
Universidad Icesi. Cali (Colombia)
juliopo@gmail.com**Fecha de recepción: Mayo 5 de 2010**Fecha de aceptación: Junio 6 de 2010***Palabras clave**

Interacción, Kinect, niños,
NIME, expresión musical

Keywords

Interaction, Kinect, kids,
NIME, musical expression.

**Colciencias
tipo 1****Resumen**

MEII es un sistema interactivo para la composición musical por medio de la expresión corporal. Se fundamenta en el uso de gestos corporales que se emplean como metáforas para controlar un sistema de estructuras musicales básicas como las escalas pentatónicas (McFerrin, 2009) y la transformación tímbrica (Kinoki). El sistema se ha concebido como una herramienta para favorecer la expresión musical de niños de cuatro a ocho años, sin que se requieran instrumentos musicales o algún conocimiento musical previo. Para su desarrollo se ha prestado mucha atención a las limitaciones motrices de los niños de esa edad y se ha favorecido la experimentación. El sistema se desarrolló usando diversas técnicas de visión por computador, análisis y síntesis de audio digital. El sistema se ha probado con éxito en niños en el rango de edades señalado. A la fecha de esta publicación, se encuentra en fase de evaluación.

Abstract

MEII is an interactive system designed for musical composition by corporal expression. It uses corporal gestures as metaphors to control a basic musical structure system as pentatonic scales (McFerrin, 2009) and pitch transformation (Kinoki, s.f). The system was conceived as a tool to promote the musical expression of children in the range of 4 to 8 years without the necessity of musical instruments or some kind of previous musical knowledge. For its development, close attention has been paid to children's motor limitations at this age, as well as to the importance of experimentation. The system has been developed using diverse techniques of visualization by computer, digital audio analysis and synthesis. Although it's been proved with success with kids in that age range, in this moment it's in an evaluation phase.

I. Introducción

Desde hace mucho tiempo y desde diversas ópticas, la música viene siendo objeto de estudio. La tecnología hace parte de uno de los enfoques trabajados el día de hoy, Tod Machover (2008) profesor del MIT media Lab en una conferencia en TED (*Technology, Entertainment, Design*) muestra la importancia que tiene la tecnología en la música y resalta que la creación musical no está “diseñada” para estar al alcance de “todo el mundo”, ya que requiere técnica, habilidades y conocimientos que la hacen difícil, y menciona que se requiere de cierta experiencia para poder realizarla y de más experiencia aún para poder expresarse por medio de ella.

Para Machover, la forma en que los instrumentos convencionales se construyen hace que no se adapten a las habilidades básicas motrices de una persona. Un ejemplo claro de esto es que muchos de los instrumentos tradicionales no pueden ser ejecutados para generar expresión musical por personas con discapacidades motrices o en general por cualquier persona que no tenga una experiencia técnica o teórica previa. La expresión musical es una manera original de crear y expresar sentimientos y estados por medio de la música.

Machover cree que la música más original, la más perfecta, es la que uno se imagina, por lo que es necesario crear sistemas que no requieran de una técnica ni de un conocimiento musical previo. Que tengan como punto de partida estructuras musicales ya existentes y que a partir de ellas se cambie la forma en que se organizan sus partes, dándole significados diferentes. Aunque esta es una forma de expresión básica, tiene la capacidad de ofrecer herramientas de expresión musical a todos los que alguna vez quisieron crear música.

En concordancia con lo expresado por Machover, existen metodologías no convencionales para el aprendizaje de la música como el método Dalcroze, creado por el pedagogo y compositor suizo Émile Jacques-Dalcroze a inicios del siglo XX, quien se oponía al ejercicio mecánico del aprendizaje de la música e ideó una serie de actividades para la educación del oído y para el desarrollo de la percepción del ritmo a través del movimiento (Jaques-Dalcroze, 1917). Con este propósito hacía marcar el compás con los brazos y dar pasos de acuerdo con el valor de las notas, mientras él improvisaba en el piano. Jaques-Dalcroze concluyó que el cuerpo humano, por su capacidad para el movimiento rítmico, traduce el ritmo en movimiento y de esta manera puede identificarse con los sonidos musicales y experimentarlos de manera intrínseca.

Para Edgar Willems, la música está relacionada con la naturaleza humana por su capacidad de despertar y desarrollar las facultades del hombre (Willems, 1993). Su concepción no parte de la materia ni de los instrumentos sino de los principios

de vida que unen a la música con el ser humano y da gran importancia a lo que la naturaleza nos ha dado a todos: el movimiento y la voz. En un primer momento, Edgar Willems propone una premisa muy clara e importante para que la educación musical pueda ser eficaz. Es necesario, indica cuidar las bases desde el comienzo, las raíces, sonido, ritmo, melodía y armonía. Willems apunta que para empezar a trabajar en todos estos aspectos se debe tener en cuenta que el niño viene ya dotado de facultades musicales innatas como: la escala diatónica, el ritmo (ritmo biológico) o la escala mayor. Pese a todo esto, indica que al niño hay que enseñarle los nombres de las notas y su lectura.

Según este método la educación musical debe estar dirigida por las corrientes psicológicas. No es concebida tan solo como una actividad formal sino como una herramienta que ayuda a la creación de criterios y a la formación cognitiva de los niños a edades tempranas.

Para la enseñanza musical, el método Willems identifica cuatro etapas evolutivas, que corresponden a la edad y el desarrollo del niño: antes de los tres (o cuatro) años; entre los tres y cinco años (o desde los cuatro hasta los seis); desde los cinco hasta los siete años (o desde los seis hasta los ocho); y después de los siete (u ocho) años. Su método recomienda la introducción al solfeo, solo en esta última etapa, cuando ya se ha realizado un adiestramiento cerebral activo, basado en el instinto rítmico y el oído.

El proyecto MEII se enfoca en la segunda etapa, en la que el aprendizaje se basa en la experimentación corporal natural, sin la necesidad de usar teoría o técnica musical. Para ella, Willems recomienda trabajar en clases individuales o en grupos pequeños de cuatro o cinco personas, prestar especial importancia a los cantos, trabajar la educación rítmica basada en el instinto del movimiento corporal natural y el oído, con la ayuda de diversos instrumentos sonoros y la entonación de las canciones. En cuanto a este último aspecto no pretende que los niños entonen estrictamente bien, sino que canten bien, con una buena postura y con una voz bonita.

Estudios realizados por la Universidad de Washington (Sommerville, Hildebrand, & Crane, 2008) han demostrado que las experiencias físicas manuales de los niños les permiten aprender mucho más rápido que si observan a un adulto realizando la misma acción. Poder conocer por sí mismos el mundo y tener contacto directo con las cosas les generan experiencias más significativas. Por este motivo, parece correcto pensar en la validez de crear una herramienta que les dé a los niños la oportunidad de expresarse musicalmente por medio de sonidos. Probablemente será más fácil que aprendan estructuras musicales a partir de la experiencia de manipular sonidos en estructuras básicas dadas por medio de herramientas físicas que se adapten a sus habilidades motrices y motoras.

El sistema MEII diseñado para este contexto se basa en la captura de los gestos de los niños usando visión por computador y su conversión en gestos musicales y sonoros. El desarrollo del sistema involucra el uso del Kinect (Ballmer & Bach, 2009) para la captura de movimiento y de técnicas de síntesis de audio FM (Chowning, 1973; Cook, 2001) para la generación de los sonidos. La unión entre los gestos y el sistema de sonido es el resultado de un trabajo de campo con niños realizando análisis de motricidad y expresividad relacionados con la música.

II. Estado del arte

Varios proyectos han sido desarrollados en este mismo contexto, entre ellos: *Mountain Guitar*, *Articulated Paint*, *JamiOki-PureJoy*, *Beatbugs* y *KidsRoom*.

Mountain Guitar, un instrumento musical para cualquier persona (Kanebako, Gibson & Mignonneau, 2007), forma parte del Proyecto Gangu, cuyo objetivo es desarrollar juguetes digitales para mejorar el comportamiento social de los niños en el futuro. *Mountain Guitar* es un nuevo instrumento que permite la expresión musical a través de una tecnología de sensores que captura –y transforma a partir de– la altura a la que se toca el instrumento, cambiando el resultado musical durante la interpretación. Con este instrumento se puede de manera fácil e intuitiva, “tocar” guitarra con los movimientos del cuerpo.

El proyecto presenta una combinación en la interpretación para lograr que el usuario se exprese musicalmente. El intérprete, además de realizar una ejecución convencional de la guitarra, puede cambiar algunos parámetros del sonido con su movimiento corporal. La base de este proyecto es la interacción realizada por los movimientos corporales para crear la música. El uso de sensores logra que los movimientos sean registrados y que ese registro cambie los parámetros musicales, para una interacción más natural en la interpretación.

Articulated Paint, expresión musical para no músicos (Knörrig, Müller & Wettach, 2007) es una interfaz musical que utiliza la estrecha relación existente entre la expresión gestual del acto de pintar y el acto de tocar un instrumento, dándole a los no músicos la oportunidad de crear música “expresiva”. Un pincel y un lienzo son los instrumentos. Las características del trazo son intuitivamente mapeadas a un programa, que define los parámetros expresivos del sonido en tiempo real, según las características del trazo.

El proyecto muestra la analogía entre el acto de pintar un cuadro y realizar música. Este tipo de interface es muy útil para el proyecto porque reconoce que los niños tienen una relación más fuerte y elaborada con el dibujo que con la música, y la aprovecha para que a través del dibujo alcance una alta expresión musical. En cuanto a tecnología es muy intuitivo, ya que la música se crea sin ser consciente de esta. No requiere conocimientos musicales para poder realizar música o sonidos.

JamiOki-PureJoy es un motor de juego y un novedoso instrumento de improvisación musical electrónico (Vigoda & Merrill, 2007). Es un instrumento musical, una interfaz altamente flexible de *loops*, *sampler*, procesador de efectos y manipulación de sonidos basados en *PureData*, con un joystick como controlador de entrada y un set de micrófono y audífonos. En esencia, PureJoy le permite al usuario esculpir su voz con sus manos a través del controlador. Los jugadores controlan su progreso a través del juego usando una representación gráfica y una pantalla sensible al tacto. JamiOki ayuda a las personas a tocar piezas de música sin tener que leer partituras musicales. El sistema ofrece sugerencias musicales o instrucciones a través de los audífonos para que los usuarios realicen su música. El principal propósito de este proyecto es que un grupo de extraños puedan conocerse y tocar música juntos, de forma espontánea y satisfactoria.

El proyecto es de gran importancia porque propone, además de un trabajo individual, una respuesta colaborativa. Por estar basado en interacciones convencionales como instrucciones auditivas o controles manuales muestra también que sin necesidad de interacciones complejas —o muy novedosas— es posible cumplir el objetivo de lograr que las personas sean más expresivas musicalmente.

Beatbug consiste en instrumentos de percusión en red diseñados para animar a las personas a jugar y a realizar música en grupo. Los jugadores pueden incorporar adornos rítmicos simples, manipularlos, desarrollarlos, y colaborar con los demás para ayudar a crear música. Permite crear, manipular y compartir motivos rítmicos a través de una interfaz simple. También se introducen los conceptos matemáticos en música con una experiencia expresiva y rítmica del grupo. Los jugadores de *Beatbug* pueden formar una red musical interconectada, sincronizándose entre ellos, para intercambiar sonidos y controlar la música de los demás. Los mismos jugadores eligen entre manipular los motivos existentes o incorporar su propio material.

La interfaz de *Beatbug* muestra que el trabajo colaborativo en los niños es lo más apropiado. También que es muy importante la retroalimentación inmediata de la música que están haciendo, ya que para los niños es importante escuchar, en todo momento, lo que están haciendo musicalmente. Este proyecto también pone en evidencia que es más fácil trabajar con sonidos de percusión por ser más sencillos y fáciles de interpretar, sin necesidad de grandes conocimientos de música.

KidsRoom es un espacio de juego interactivo-narrativo para niños, totalmente automatizado. Con el uso de imágenes, luces, sonidos y tecnología de reconocimiento de acciones por visión por computador, el cuarto del niño se transforma en un inusual mundo para jugar con la fantasía. Algunos objetos del cuarto se convierten en personajes de la aventura y el cuarto en sí participa activamente en la historia, guiando y reaccionando a las escogencias y acciones de los niños. A través de la voz, el sonido y las imágenes, la instalación entretiene y provoca la mente de los niños.

Tiene una entrada para controlar el sistema de la narración. El cuarto persuade por medio de guías visuales el comportamiento de los niños (por ejemplo, delimita ciertos espacios dentro de él, para que el niño interactúe) para facilitar el proceso de visión por computador (Bobick & Davis, 1996)

III. Conceptualización

El trabajo de campo desarrollado en la investigación consistió en visitar un aula de clase con niños en edades entre los cuatro y los ocho años de edad a quienes se les pidió escuchar cinco canciones distintas de rondas infantiles. El experimento consistió en realizar variaciones de las características del sonido como intensidad, duración, timbre, tono y altura tonal, y observar la reacción de los niños ante estas variaciones. De este experimento se sacaron las metáforas con las cuales los niños, de manera natural, se relacionan con la música a través de sus movimientos corporales. Encontramos, por ejemplo, que al aumentar la intensidad del sonido los niños se trataban de hacer más grandes y que si esta disminuía “se hacían” más pequeños. Al subir la altura tonal los niños trataban de empinarse y al disminuirla se agachaban. A pesar de que no se planeó desde el principio se descubrió que los niños marcaban con aplausos o pisotones los *Beats* de la melodía. Cada vez que se generaba un sonido, los niños lo marcaban aplaudiendo o pisando con fuerza (Tabla 1).

Gesto	Sonido
Agacharse o agrandarse	Tono-frecuencia portadora
Alejarse o acercarse	Volumen
Unir las palmas de las manos	Genera notas gradualmente
Oscilar los brazos de arriba abajo	Índice de modulación 1
Golpear el suelo con el pie	Activa o genera el sonido

Tabla 1. Mapeo de gestos a sonidos

IV. Descripción técnica del sistema

A. Captura de movimiento

El sistema desarrollado para capturar los gestos del niño utiliza el *Kinect* como herramienta de captura de movimiento. Las ventajas del uso de este dispositivo comparado con cámaras de video digital es el uso de escalas de grises como una medida de profundidad para asignar valores de distancia a los cuerpos. En general, cualquier

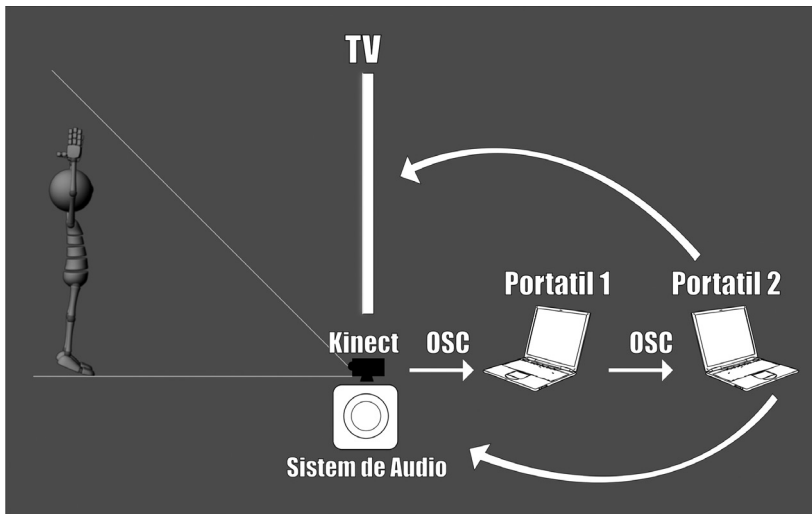


Figura 1. Esquema de funcionamiento del sistema

objeto que se encuentre frente al dispositivo tendrá un espacio bidimensional que depende de la cantidad de píxeles que ocupe, más un valor de profundidad. Con estos tres valores, es posible realizar interpolaciones que permitan extraer dimensiones exactas de los cuerpos, lo que favorece los cálculos de movimiento y la posterior adquisición de los gestos (Figura 1).

El *Kinect* es usado en combinación con el software *Open NI*, desarrollado para extraer datos de posición de un cuerpo humano simplificado en un esqueleto conformado por las extremidades principales: manos, pies, cabeza, hombros, rodillas, cintura, tronco (OpenNI, 2010). Para activar el sistema de reconocimiento de postura, el niño debe posicionarse frente al sistema con ambos brazos levantados, lo que activa el algoritmo de reconocimiento y la generación de datos tridimensionales de la posición de cada elemento del esqueleto. Estos datos son codificados en un mensaje de *Open Sound Control* (OSC) (Wrigh, 2005) donde se indexa cada elemento y sus coordenadas. El protocolo OSC está diseñado para transmitir datos a través de redes, lo que hace posible recibir todos los datos del esqueleto en cualquier computador con el que se comparta la red.

B. Análisis de los gestos

El análisis de los datos para el análisis de los gestos (descritos en la Tabla 1), es realizado en otro equipo que recibe los datos por un cable de red. El sistema utiliza un programa escrito en el software *Puredata* (Puckette, 1996) en el cual se ha implementado una clase para la extracción de cada uno de los gestos. Estas clases son algoritmos que evalúan posiciones relativas de los elementos del esqueleto para generar booleanos y flotantes que describen la presencia de un gesto y su magnitud.

C. Motor de audio

Una vez se han identificado los gestos y su magnitud, estos se mapean hacia procesos macro de asignación de frecuencias relacionadas con el sistema musical, donde se asignan notas, y a un procesos micro de síntesis y procesamiento de audio, donde se modifica su timbre. El proceso de asignación de valores musicales está basado en el sistema pentatónico que utiliza cinco notas a diferentes intervalos entre una nota y su octava.

El proceso de síntesis de audio para generar el sonido de cada una de las notas emplea un modelo básico de síntesis FM para controlar el timbre del sonido generado por el sistema de audio. La síntesis FM implementada es la más sencilla de todas: un portador y un modulador, ambos usando señales sinusoidales. La proporción de portador / modulador es 1:3.

V. Características físicas y funcionamiento

El sistema está diseñado para ser usado en interiores y los dispositivos necesarios para su utilización son una pantalla de televisor ubicada en una de las paredes del espacio (con una mesa), un sensor ubicado en la parte inferior de la pantalla, dos computadores conectados a un sistema de sonido y unas guías visuales en el suelo que denotan el área de interacción del niño, que le indicarán dónde ubicarse (Figura 2).

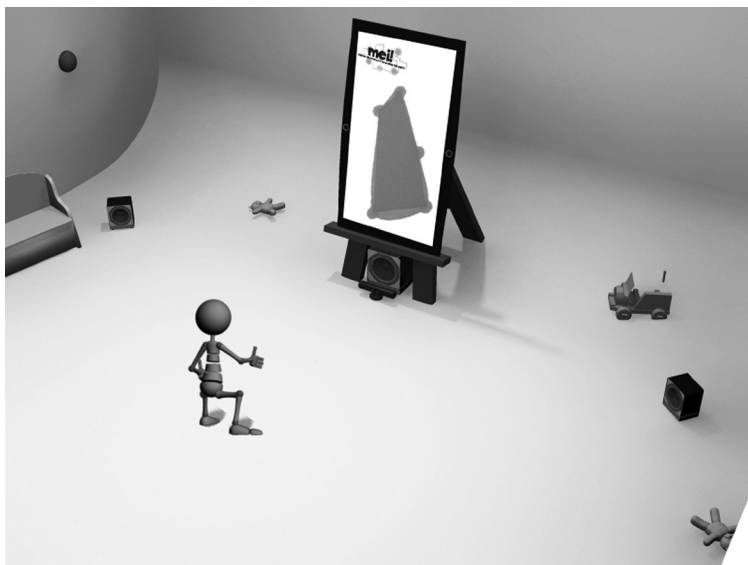


Figura 2. *Render de la instalación*

Cada sonido se activa con el gesto de pisar con el pie el suelo, los otros gestos están relacionados con aspectos tímbricos y melódicos (Tabla 1), así:

- » **Juntar o alejar las manos.** El sonido generado por este gesto se representa en el rango de notas que hay en una escala pentatónica, en este caso serán cinco notas las que se van a representar: Do, Re, Mi, Sol y La. Si el usuario separa las manos al máximo, la nota que se oirá será un Do. Si empieza a acercar las manos la una a la otra ligeramente, la nota será un Re. Y continuará así, sucesivamente, hasta juntar las manos, hecho que se vería representado por la nota La.
- » **Encogerse o agrandarse.** Este gesto modifica gradualmente la altura tonal del sonido generado. Si el usuario se encoge, el sonido tendrá una altura tonal baja. En cambio, si se agranda (de pie y con las manos estiradas) el sonido tendrá una altura tonal mucho más alta. La variación será gradual; dependerá de qué tan “agachado” o qué tan “agrandado” esté el usuario.
- » **Alejarse o acercarse.** Este gesto modifica las cualidades de amplitud del sonido generado. Esto quiere decir que modificará el volumen. En la medida en que el usuario se acerca al sensor *Kinect* el volumen del sonido generado aumenta. Cuando se aleja, el volumen será menor.
- » **Oscilar brazos de arriba abajo.** Este gesto modifica el timbre del sonido generado. Cada vez que el usuario oscila los brazos, el timbre es diferente y gradual, dependiendo de la distancia vertical del brazo derecho y del brazo izquierdo. A mayor distancia mayor variación en el timbre del sonido, a menor distancia menor variación.

Además de la información sonora, se ha planteado la retroalimentación visual: los movimientos del niño se representan en pantalla por un personaje virtual modelado en 3D llamado Paco. Este Avatar del usuario, plantea una historia donde la música y el color se relacionan para crear un espacio virtual. La historia plantea colorear el entorno de Paco utilizando los diferentes sonidos generados. Se ha planteado un mapping que relaciona la frecuencia de los sonidos con la distribución RGB del color. Cuando la frecuencia de las notas aumenta, el color tiende a colores cálidos con más cantidad de rojo y verde, mientras en frecuencias bajas el color se hace más frío, y aumenta la cantidad de azul.

Conclusiones


A partir del marco teórico, un trabajo de campo y encuestas realizadas se puede observar que la música está estrechamente relacionada con la forma de vivir de las personas. Sea al escuchar música para ir a la universidad o al trabajo, bailar o compartir una cerveza con algún amigo, la música está presente.

Las encuestas y un focus group realizados, indican que la mayoría de la gente que escucha música alguna vez ha intentado realizarla, sea aprendiendo a tocar un

instrumento o por medio de su voz. Para realizar música, sea con un instrumento o con un editor de sonido se necesita saber, además de una técnica, la forma en la cual la música se estructura (teoría musical) y esta está muy desligada de la mayoría de personas debido a que “es muy difícil y tedioso entender y realizar música”, de acuerdo con la investigación efectuada.

La investigación del marco teórico muestra que los niños no tienen miedo a equivocarse porque ese hecho no tiene una repercusión social. Además, indica que aprenden cosas nuevas rápidamente debido a su poca experiencia, y lo hacen en la práctica a partir de experiencias que puedan vivir.

Al trabajar con estas experiencias se observó que los niños metaforizan cualidades del sonido con movimientos y formas motrices intuitivamente, sin necesidad de instrucciones avanzadas. Lo anterior permite concluir que los niños deben empezar a experimentar con la música sin necesidad de entender cómo funciona teóricamente, sino propiciando metáforas prácticas con las que puedan hacer relación de las cualidades del sonido y la música.

Para el desarrollo de propuestas que se enfrenten a la problemática planteada en esta investigación, es necesario el uso de técnicas que se adapten a las habilidades motoras básicas de los niños. 

Referencias bibliográficas

- Ballmer, S., & Bach, R. (Enero de 2010). *Steve Ballmer and Robbie Bach keynote*. Conferencia en 2010 International Consumer Electronics Show. Recuperado de: <http://www.microsoft.com/presspass/exec/steve/2010/01-06ces.msp>
- Bobick, A., & Davis, Jim. (Diciembre de 1996). Kids Room. *Proceedings Third IEEE Workshop on Applications of Computer Vision WACV 96*. Sarasota FL: IEEE Society Press
- Chowning, J. (1973). The Synthesis of Complex Audio Spectra by Means of Frequency Modulation. *Journal of the Audio Engineering Society* (21), 526–534.
- Cook, P. (2001). Principles for designing computer music controllers. En *Proceedings of the 1st international conference on new interfaces for musical expression*. Seattle, WA. Recuperado de: <http://www.nime.org/2001/papers/cook.pdf>
- Jaques-Dalcroze, É. (1917). *The eurhythmics of Jaques-Dalcroze* (2a ed.). Londres: Constable & Company Ltd.
- Kanabako, J., Gibson, J., & Mignonneau, L. (2007). Mountain Guitar. JamiOki-PureJoy. *Proceedings of the 7th international conference on new interfaces for musical expression*. New York, NY. Recuperado de:

- http://www.nime.org/2007/proc/nime2007_396.pdf
- Kinoki documentales. (s.f.). *Física del sonido*. Recuperado de: <http://tecnicaaudiovisual.kinoki.org/sonido/fisica.htm>
- Knörig, A., Müller, B., & Wettach, R. (2007). Articulated Paint: Musical Expression for Non-Musicians. *Proceedings of the 7th international conference on New interfaces for musical expression*. New York. Recuperado de: http://www.nime.org/2007/proc/nime2007_384.pdf
- Machover, T., & Ellsey, D. (Abril de 2008). *Play new music* [video]. Recuperado de: http://www.ted.com/talks/tod_machover_and_dan_ellsey_play_new_music.html
- Mc Ferrin, B. (Junio de 2009). *Notes & Neurons: In Search of the Common Chorus. Audience as Instrument* [video]. Conferencia presentada en: 2009 World Science Festival. Recuperado de: http://worldsciencefestival.com/blog/audience_as_instrument
- OpenNI. (Nov. de 2010). Introducing OpenNI. Recuperado de: <http://www.openni.org>
- Puckette, M. (1996). Pure Data: another integrated computer music environment. *Proceedings Second Intercollege Computer Music Concerts*, 37-41. Tachikawa, Japan.
- Sommerville, J. A., Hildebrand, E. A., & Crane, C. C. (2008). Experience matters: The impact of doing versus watching on infants' subsequent perception of tool-use events. *Developmental Psychology* (44)5, 1249-1256.
- Vigoda, B., & Merrill, D. (2007). JamiOki-PureJoy. *Proceedings of the 7th international conference on New interfaces for musical expression*. New York, NY. Recuperado de: http://www.nime.org/2007/proc/nime2007_321.pdf
- Weinberg, G., Aimi, R., & Jennings, K. (2002). The Beatbug Network: A Rhythmic System for Interdependent Group Collaboration. *Proceedings of the 2nd International Conference on New Interfaces for Musical Expression*. Dublín, Irlanda. Recuperado de: http://www.scss.tcd.ie/disciplines/information_systems/crite/crite_web/publications/sources/BeatBugsNIME-02.pdf
- Willems, E. (1993). *El ritmo musical: estudio psicológico*. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Wright, M. (2005). Open Sound Control: an enabling technology for musical networking. *Organised Sound*, 10(3), 193-200.

Curriculum vitae

Juan Carlos Pérez Rodríguez

Estudiante de Diseño de Medios Interactivos con énfasis en Diseño de Interfaces de la Universidad Icesi de Cali. Sus áreas de interés son: diseño de nuevas interfaces, investigación en el diseño, diseño de experiencias interactivas, diseño de sonido y arte electrónico.

Julio Alejandro Jaramillo Dueñas

Estudiante de Diseño de medios interactivos de la Universidad Icesi de Cali, con interés en las áreas de diseño de interfaces, publicidad interactiva, investigación de los nuevos medios, arte electrónico, diseño de sonido y diseño físico digital.